

測竿による樹高の測定誤差について

琉球大学農学部 平田 永二
 沖縄県林業試験場 寺園 隆一

1. はじめに

天然林の毎木調査では、樹高の測定は目測によることが多い。しかし、平田ら¹⁾によると目測樹高を用いて材積を算出するとかなり大きな誤差をまねく恐れがある。したがって、成長量の推定等、より正確な樹高測定が必要な場合には、測竿で直接測定を行うかまたは幾何学及び三角法の原理に基づく測高器を用いて間接的に測定するほかはない。しかしながら、いずれの方法を採用しても天然林では樹木の梢端が見え難いために生ずる誤差や樹幹が湾曲しているために起きる誤差を避けることはできない。

そのため、今回は測竿を用いて測定した場合に、どの程度の誤差が生じ、この誤差が地形、樹種、樹高によって差があるのかどうかについて検討を試みた。

なお、樹高の測定に当たっては演習林技官田場和雄、同大城重太郎、同宮城繁夫、同金城原一郎諸氏のご協力を得た。ここに記して感謝の意を表する次第である。

2. 試料

琉球大学与那演習林79林班を小班内のイスノキの樹下植栽試験地における除伐木446本について、まず除伐前の毎木調査の際に測竿を用いて樹高を測定し、その後伐倒して巻尺で樹高を計測し、これを試料とした。

試料の直径階別本数は表-1に示すとおりである。すなわち、その範囲は胸高直径4~20cm (2cm括約)、樹高2~10mとなっており、直径は4cm階、樹高は6m階がそれぞれ最も多い。

3. 結果及び考察

まず、実際に伐倒後巻尺で計測された樹高(以下実樹高という)と測竿で測定された樹高(以下測竿樹高という)の差を測定誤差として、その誤差の分布を示すと図-1のようになる。すなわち、測竿による測定誤差は、1.38m~-0.82mの範囲にあるが、平均は0.26mで、実際の樹高に比べてやや過小の値を与えている。ま

た、その分布型はほぼ正規分布に近い。

次に、測竿による測定誤差がプロット(地形や林相)によって差があるかどうか検討するため、測竿樹高と実樹高との回帰式を計算し、これら回帰式の係数間に差があるかどうかを検討した。その結果は、表-2に示すように、5%の危険率で有意差が認められた。したがって、測竿樹高と実樹高との関係はプロットによって異なった傾向を示すといつてよい。ちなみに、表-3にプロットの概要と誤差の平均値を示したが、林分構造との関係では判然としなが、傾斜角が大きいほど誤差も大きくなる傾向が見られる。

表-1 試料木の直径階別樹高階別本数

直径 (cm)	樹 高 (m)								合計
	3	4	5	6	7	8	9	10	
4	2	32	91	61	17	1	1		205
6	1	5	29	56	35	15		3	144
8			3	18	16	6	1	2	46
10				7	11	7	1		26
12				2		6			8
14				1	1	4	1	1	8
16					1	4			5
18						1			1
20						3			3
合計	3	37	123	145	81	47	4	6	446

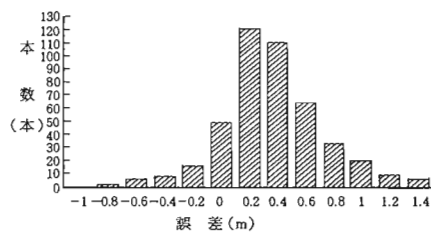


図-1 誤差の分布

表-2 回帰係数の差の検定

要 因	平方和	自由度	平均平方	F
個々の回帰誤差の和	50.577	440	0.115	
回帰係数間	0.850	2	0.425	3.70*
共通回帰	51.427	442	0.116	

* 5%の危険率で有意

表-3 プロットの概況と測定誤差

プロット No	平均 直径 (cm)	平均 樹高 (m)	ha当り 本数 (本)	ha当り 材積 (m ³)	傾斜の 方向	傾斜 角 (°)	測定 誤差 (m)
2	7.8	7.0	7,200	215	SW	22	0.21
3	7.8	7.0	7,025	209	W	32	0.31
4	7.7	6.4	8,000	202	W	24	0.24

また、比較的本数の多いイタジイ (72本)、アデク (54本)、ヒメズリハ (48本)、リュウキュウモチ (24本)、コバンモチ (34本)、タイミンタチバナ (80本)、シロミズ (23本) 及びその他樹種 (111本) の8つの樹種について、樹種間に差があるかどうか、共分散分析によって検定した結果、表-4に示すように、回帰係数及び修正平均値のいずれにも差が認められない。すなわち、測竿を用いて樹高を測定する場合、樹種の影響はないと考えてよいことになる。しかし、実際には樹種によって樹冠の形状が異なり、梢端の見え易い樹種と見え難い樹種があるので、このことについては、さらに検討を要するものと思われる。

表-4 樹種毎の回帰式の差の検定

要因	平方和	自由度	平均平方	F
個々の回帰誤差の和	54.620	430	0.127	
回帰係数間	0.985	7	0.141	1.11
共通回帰	55.605	437	0.127	
修正平均値間	1.142	7	0.163	1.28
全回帰	56.747	444		

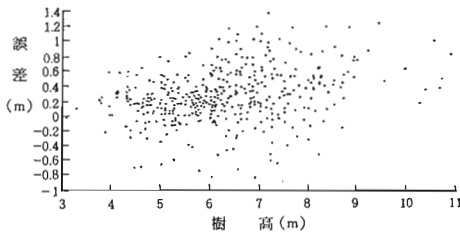


図-2 樹高と誤差の関係

次に測定誤差と樹高との関係を示すと、図-2のようになり、樹高が高くなるにしたがっていくらか大きくなる傾向が見られる。いま、樹高を3~5m, 5~7m, 7~9m, 9~11mの4階級に分け、各階級の測定誤差の平均値間に差があるかどうか検定した結果は、表-5に示すように、樹高階3~5mと5~7mとの間には有意差はないが、それ以外の階級には差が認められる。このことは、測竿を用いて樹高を測定する場合、特に7m以上の林木については注意を払う必要があることを示している。

測定誤差の実樹高に対する比率を誤差率とすれば、誤差率は、図-3に示すような分布型となる。すなわち、

表-5 樹高階における誤差の平均値の差の検定

	5~7m	7~9m	9~11m
3~5m	0.08	0.23**	0.51**
5~7m		0.15**	0.43**
7~9m			0.29*

* 5%の危険率で有意 ** 1%の危険率で有意

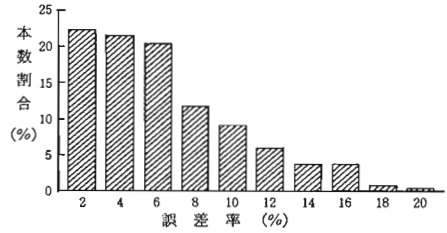


図-3 誤差率の分布

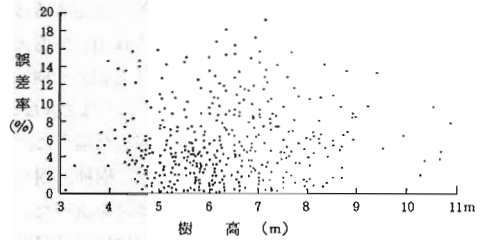


図-4 樹高と誤差率の関係

小さい誤差率の方に本数が集中し、6%以下の誤差率を示すものが、全本数の約64%を占める。また、誤差率は、図-5からわかるように、余り樹高に左右されず、平均は5.4%と計算される。

次いで、実樹高と測竿樹高の2つの樹高を用いて2変数材積式 ($\log V = -4.12494 + 1.96732 \log D + 0.79377 \log H$) で材積を求め、両材積の差の平均値が0と有意であるかどうか検定した結果、 $t = 0.017$ となり、差のないことがわかった。このことは、測竿樹高を用いて材積を求めても差し支えないことを表している。

以上、天然林内で測竿を用いて樹高の測定を行った場合の誤差について検討を試みたものであるが、プロット (地形や林相) 間には差があるが、樹種による差は認められない。また、誤差は樹高が高くなるほど大きくなる傾向を示すが、誤差率は樹高とはさほど関係がなく、平均5%程度で、材積を計算するには差し支えないことがわかった。

引用文献

- (1) 平田永二ほか：日林九支研論，34，57~58，1981